

**This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

App/n. No.: 09/993,672
Filed: 11/27/01
Inventors: Noritaka Mochizuki, et al. CFO 16000 US / fu
Art Unit: 2819

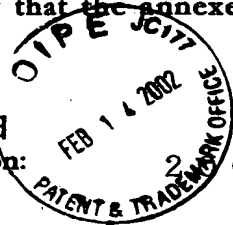
日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:



2001年10月 2日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-306539

出 願 人
Applicant(s):

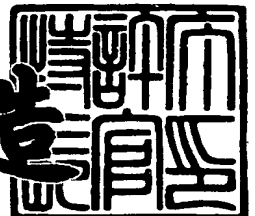
キヤノン株式会社

RECEIVED
FEB 15 2002
TECHNOLOGY CENTER 2800

2001年12月28日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3112498

【書類名】 特許願

【整理番号】 4560020

【提出日】 平成13年10月 2日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 H05B 33/14

【発明の名称】 表示装置

【請求項の数】 11

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社
 内

 【氏名】 望月 則孝

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社
 内

 【氏名】 桜永 昌徳

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社
 内

 【氏名】 徳田 隆二

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社
 内

 【氏名】 瀬谷 通隆

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社
 内

 【氏名】 星 光

【特許出願人】

 【識別番号】 000001007

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代表者】 御手洗 富士夫

【電話番号】 03-3758-2111

【代理人】

【識別番号】 100090538

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号キヤノン株式会社
内

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 恵三

【電話番号】 03-3758-2111

【選任した代理人】

【識別番号】 100096965

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号キヤノン株式会
社内

【弁理士】

【氏名又は名称】 内尾 裕一

【電話番号】 03-3758-2111

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2000-370647

【出願日】 平成12年12月 5日

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2000-398283

【出願日】 平成12年12月27日

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2001- 62055

【出願日】 平成13年 3月 6日

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2001-189722

【出願日】 平成13年 6月22日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011224

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9908388

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書
【発明の名称】 表示装置
【特許請求の範囲】

【請求項 1】 透明基板上に堆積した透明電極と、前記透明電極上に積層した電界発光（E L）層と、前記電界発光層上に積層した反射電極とを含む E L 素子の配列と、

前記 E L 素子の各々を被覆する角錐台形状又は円錐台形状の透明体と、
前記透明体の表面に堆積された反射膜とを含み、
前記 E L 素子を画像信号に応じて発光させることを特徴とする表示装置。

【請求項 2】 透明基板上に堆積した透明電極と、前記透明電極上に積層した電界発光（E L）層と、前記電界発光層上に積層した反射電極とを含む E L 素子の配列と、

前記 E L 素子の各々を被覆する透明体と、
前記透明体の表面に堆積された反射膜とを含み、
前記透明基板と E L 素子を画像信号に応じて発光させる表示装置であって、
前記透明体の一部の表面の曲率は正であり、前記透明基板と接触する部分の曲率は負であることを特徴とする表示装置。

【請求項 3】 前記透明体による凹面鏡の焦平面を前記 E L 素子内部に位置させることを特徴とする請求項 2 記載の表示装置。

【請求項 4】 前記 E L 素子毎にその E L 素子を発光させる駆動素子を更に含み、前記 E L 素子及び前記駆動素子とを前記透明体によって被覆することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の表示素子。

【請求項 5】 前記透明体の間を埋める絶縁物質と、前記絶縁物質上に形成された配線とを更に備え、

前記配線を、前記 E L 素子の反射電極及び透明電極に接続することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の表示素子。

【請求項 6】 前記透明体の間を埋める絶縁物質と、前記絶縁物質上に形成された配線とを更に備え、

前記配線を、前記駆動素子に接続することを特徴とする請求項 4 記載の表示素子。

子。

【請求項 7】 前記透明基板と前記透明電極との間に、シリカエアロゲル層を形成することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の表示装置。

【請求項 8】 前記透明基板と前記透明電極との間にハーフミラーを設け、前記ハーフミラーと前記反射電極との間の光路長を発光波長と等しくすることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の表示装置。

【請求項 9】 前記透明基板と前記透明電極との間にハーフミラーを設け、前記ハーフミラーと前記反射電極との間の光路長を発光波長の $1/2$ の整数倍とすることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の表示装置。

【請求項 10】 前記反射電極と前記 E L との間に光吸収層を設け、前記光吸収層の屈折率は、前記 E L 層の屈折率より低いことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の表示装置。

【請求項 11】 前記 E L 層上に電子輸送層を設け、更に前記電子輸送層上に光吸収層を設けて前記反射電極に接触させ、

前記光吸収層の屈折率は、前記電子輸送層の屈折率より低いことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、表示装置に関し、特に、表示画素である電界発光 (E L) 素子から発光された光を高い効率で外部に取り出すことができる表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、同一の基板上に複数の E L 素子を 2 次元に配列した表示装置が知られている。この表示装置において、おのこの E L 素子から発光された全光量のうち外部に取り出すことができる光量の比率はそれほど大きくなかった。

【0003】

このような従来の E L 素子の基本構造を図 25 に概略断面図として示す。図 25 において、E L 素子 600 は、透明基板 550 上に、透明電極 520、電界発

光 (EL) 層 510 及び反射電極 500 をこの順に積層することによって形成されている。図 25 に示す EL 素子において、EL 層 510 から発した光は、透明基板 550 と透明電極 520 との境界 B1、及び透明基板 550 と空気との境界 B2 で全反射する。ここで、たとえば、透明電極 520 の屈折率を 1.8、透明基板 550 の屈折率を 1.5 とすると、境界 B1 における全反射のために EL 素子 600 内に閉じ込められる光量は、全発光光量の約 51% となる。一方、境界 B2 における全反射のために EL 素子 600 内に閉じ込められる光量は、全発光光量の約 32% である。従って、透明基板 550 から外部に取り出すことができる光量は、全発光光量の約 17% に過ぎなかった。

【0004】

一方、上述した基本構造に、断面が台形状の透明体を付加して、光の取り出し効率を高めた EL 素子が、オプティクス・レターズ (Optics Letters), March 15 (1997) pp.396-398 に開示されている。図 16 は、この EL 素子を示す概略断面図である。図 16 において、図 25 と同一の部材には同一の符号を付した。

【0005】

図 16 において、EL 素子 600 は、EL 層 510 が反射電極 500 と透明電極 520 とでサンドイッチされたサンドイッチ構造から成る。この EL 素子 600 は、断面が台形状の透明体 540 上に積層されており、透明体 540 は透明基板 550 上に形成されている。このような EL 素子を 2 次元表示装置に応用する場合には、透明体 540 の形状は、たとえば、四角錐台に形成される。そして、透明体 540 の斜面には反射膜 130 が形成されている。

【0006】

図 16 に示す構成において、透明体 540 の屈折率を透明電極の屈折率より大きくすれば、境界 1 で全反射は起こらない。一方、透明基板 550 と空気の境界 2 で全反射が生じてもその全反射光 I_2 は反射膜 530 で反射されて、透明基板 550 の外部すなわち空気側に取り出される。又、透明体 540 と透明基板 550 との境界 3 で全反射が生じても、その全反射光 I_3 は反射膜 530 で反射されて、透明基板 550 の外部に取り出される。尤も、EL 層 510 から発し、透明電極 520 を透過して直接に反射膜 530 に当たる光が空気側に出ていくことは

当然である。このようにして、EL層510から発した光を、より効率的に外部に取り出すことができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上述した従来の技術において、透明体540の斜面上の反射膜530が金属から成る場合には、透明電極520や反射電極500に接触しないように形成しなくてはならず、反射膜の形成は容易ではなかった。また、図16では図示していないが、EL素子600の寿命を延ばすためには、EL層510を含むサンドイッチ構造を、外気に触れることがないように保護膜で覆う必要があった。図16のEL素子では、このような保護膜を透明体540とは別個に作成しなくてはならず、製造工程が多くコストダウンの障害となっていた。

【0008】

本発明の目的は、上記従来技術の問題点を解決し、安価に製造することができ、且つ、EL層で発光した光を高い効率で外部に取り出すことのできる表示装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するための本発明は、透明基板上に堆積した透明電極と前記透明電極上に積層した電界発光（EL）層と、前記電界発光層上に積層した反射電極とを含むEL素子の配列と、前記EL素子の各々を被覆する角錐台形状又は円錐台形状の透明体と、前記透明体の表面に堆積された反射膜とを含み、前記EL素子を画像信号に応じて発光させるようにしている。

【0010】

本発明において、EL層を保護する透明体は、前記透明体の一部の表面の曲率は正であり、前記透明基板と接触する部分の曲率は負であってもよい。

【0011】

又、透明体が球体の一部である場合には、前記透明体による凹面鏡の焦平面を前記EL素子内部に位置させてもよい。

【0012】

又、前記 E L 素子毎にその E L 素子を発光させる駆動素子を更に含み、前記 E L 素子及び前記駆動素子とを前記透明体によって被覆してもよい。

【 0 0 1 3 】

又、前記透明体の間を埋める絶縁物質と、前記絶縁物質上に形成された配線とを更に備え、前記配線を、前記 E L 素子の反射電極及び透明電極に接続してもよい。

【 0 0 1 4 】

又、前記透明体の間を埋める絶縁物質と、前記絶縁物質上に形成された配線とを更に備え、前記配線を、前記駆動素子に接続してもよい。

【 0 0 1 5 】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

【 0 0 1 6 】

図 1 は本発明の第 1 実施形態の表示装置において、1 画素を構成する電界発光 (E L) 素子を示す概略断面図である。図 1 において、 E L 素子 3 0 0 は、透明基板 1 5 0 上に、透明電極 1 2 0、電界発光 (E L) 層 1 1 0 及び反射電極 1 0 0 をこの順に積層することによって形成されている。更に、透明基板 1 5 0 上には、 E L 素子 3 0 0 を被覆するように、断面が台形状の透明体 1 4 0 が形成されている。つまり、この透明体 1 4 0 によって、 E L 素子 3 0 0 が外気から保護されている。また、透明体 1 4 0 の表面全体を被覆するように反射膜 1 3 0 が形成されている。

【 0 0 1 7 】

図 1 の E L 素子において、反射電極 1 0 0 と透明電極 1 2 0 との間に電圧を印加すると E L 層 1 1 0 が発光する。 E L 層 1 1 0 から発した光は、透明電極 1 2 0 及び透明基板 1 5 0 を透過して外部に取り出される。

【 0 0 1 8 】

一方、 E L 層 1 1 0 から発した光の一部は、透明電極 1 2 0 と透明基板 1 5 0 との境界 B 1 で全反射される。この全反射光は反射膜 1 3 0 で反射され、透明基板 1 5 0 を透過して空気中に取り出される。この全反射光は、反射膜 1 3 0 で反

射された後、境界 B 1 及び B 2 で屈折されるが、簡単のために、図 1 では直進するように描いている。

【 0 0 1 9 】

又、E L 層 1 1 0 から発した光の他の一部は、境界 B 1 で屈折され透明基板 1 5 0 と空気との境界 B 2 で全反射される。しかし、この全反射光も反射膜 1 3 0 で反射され、透明基板 1 5 0 を透過して空気中に取り出される。このようにして、E L 素子 3 0 0 から発した光が効率良く外部に取り出される。

【 0 0 2 0 】

図 1 では 1 つの E L 素子のみを示したが、表示装置においては、このような E L 素子が複数個、2 次元配置されている。このように E L 素子が 2 次元配置される場合には、透明体 1 4 0 は例えば四角錐台に形成される。

【 0 0 2 1 】

次に、上記のような E L 素子の製造工程を図 2 を用いて説明する。図 2 は、透明基板上に複数の E L 素子が形成された表示装置の概略断面図である。

【 0 0 2 2 】

まず、図 2 (a) に示すように、ガラスやプラスチック等から成る透明基板 1 5 0 上に、I T O 等から成る透明電極 1 2 0、有機又は無機材料から成る E L 層 1 1 0、金属膜から成る反射電極 1 0 0 をこの順に積層する。

【 0 0 2 3 】

次に、素子を形成する箇所を除いて前記電極及び E L 層をパターンエッチングによって除去し、図 2 (b) に示すような E L 素子 3 0 0 の配列を形成する。そして、これらの E L 素子 3 0 0 を覆うように酸化チタン等から成る透明層 1 4 0 a を形成する。

【 0 0 2 4 】

続いて、透明層 1 4 0 a をパターンエッチングによって部分的に除去し、図 2 (c) に示すような斜面 1 4 5 を有する複数の透明体 1 4 0 を形成する。各透明体 1 4 0 は、それぞれ E L 素子 3 0 0 を被覆するように形成される。

【 0 0 2 5 】

そして、最後に、図 2 (d) に示すように、金属膜又は誘電体膜から成る反射

膜 1 3 0 を透明基板 1 5 0 の全面に堆積させる。以上のようにして、透明基板上に複数の E L 素子 3 0 0 を配列した表示装置が製造される。

【 0 0 2 6 】

図 3 は本発明の第 2 実施形態の表示装置において、1 画素を構成する電界発光 (E L) 素子を示す概略断面図である。本実施形態は、透明体 1 4 0 の斜面にのみ反射膜 1 3 0 が形成され、透明体 1 4 0 の上面 1 4 1 には反射膜が形成されていない点でのみ第 1 実施形態と相違し、その他の構成は第 1 実施形態と同一である。このため、図 3 において図 1 と同一の部材には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【 0 0 2 7 】

本実施形態においても、E L 層 1 1 0 から発した光の一部は、透明電極 1 2 0 と透明基板 1 5 0 との境界 B 1 で全反射される。この全反射光は反射膜 1 3 0 で反射され、透明基板 1 5 0 を透過して空気中に取り出される。この全反射光は、反射膜 1 3 0 で反射された後、境界 B 1 及び B 2 で屈折されるが、簡単のために、図 3 では直進するように描いている。また、本実施形態においては、透明体 1 4 0 の上面 1 4 1 に反射膜が形成されていないので、第 1 実施形態に対して、発光に伴って発生した熱の放熱が促進される、という効果を有する。

【 0 0 2 8 】

上記第 2 実施形態の表示装置は、第 1 実施形態と同様に図 2 で説明した工程で作製された後、図 2 (d) のように透明体 1 4 0 の表面全体に堆積された反射膜のうち、フォトリソで上面 1 4 1 上の反射膜を除去することによって得られる。

【 0 0 2 9 】

図 4 は本発明の第 3 実施形態の表示装置を示す図である。図 4 において、(a) は概略平面図を、(b) は (a) に記載した線分 X X ' に沿った概略断面図をそれぞれ示す。図 4 において、図 1 ～図 3 と同一の部材には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【 0 0 3 0 】

本実施形態においては、各 E L 素子 3 0 0 及びこれを駆動する T F T 等の駆動

素子 4 0 0 がそれぞれ透明体 1 4 0 によって被覆されている。但し、簡単のために、E L 素子 3 0 0 及び T F T 等の駆動素子 4 0 0 との間の配線は図示していない。各透明体 1 4 0 は、それぞれ上面 1 4 1 を有する四角錐台の形状を有し、その断面は台形である。図 4 では図示していないが、これらの透明体 1 4 0 の表面は図 1 あるいは図 3 のような反射膜で被覆されている。

【 0 0 3 1 】

本実施形態においては、上記のように反射膜で被覆された複数の透明体 1 4 0 の隙間が絶縁体 8 0 0 によって充填されている。そして、絶縁体 8 0 0 上には、行方向配線 9 0 0 及び列方向配線 7 0 0 が形成されている。各 E L 素子 3 0 0 に接続された駆動素子 4 0 0 は、引き出し配線 7 0 1 を介して列方向配線 7 0 0 に接続されている。引き出し配線 7 0 1 と列方向配線 7 0 0 とは、絶縁体 8 0 0 に形成されたスルーホール 7 0 2 を通して接続されている。また、同様に各 E L 素子 3 0 0 に接続された駆動素子 4 0 0 は、引き出し配線 9 0 1 を介して行方向配線 9 0 0 に接続されている。このような構成によって、本実施形態の表示装置においては、E L 素子 3 0 0 を 2 次元表示画面の画素として発光させるものである。

【 0 0 3 2 】

なお、図 4 においては、E L 素子 3 0 0 を駆動素子 4 0 0 を介して列方向配線 7 0 0 及び行方向配線 9 0 0 に接続したが、駆動素子 4 0 0 を介さず直接これらの配線と接続するようにしても良い。又、これまでの説明においては、透明体を四角錐台として説明したが、透明体は円錐台であってもよい。更に、透明体は球体の一部を構成するように形成されても良い。

【 0 0 3 3 】

図 5 は本発明の第 4 実施形態の表示装置において、1 画素を構成する電界発光 (E L) 素子を示す概略断面図である。図 5 において図 1 と同一の部材には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【 0 0 3 4 】

本実施形態は、透明体 3 4 0 が球体の一部を構成するように形成された例を示すものである。具体的には、透明体 3 4 0 の頂上部は正曲率の球体の一部であり

、透明基板 1 5 0 と接する裾の部分は負曲率の斜面となっている。つまり、透明体 3 4 0 は頂上部で凸曲面、裾部で凹曲面を有している。この透明体 3 4 0 の表面は反射膜 3 3 0 で被覆されている。この反射膜 3 3 0 は、E L 素子 3 0 0 に対して凹面鏡として機能するものである。

【 0 0 3 5 】

本実施形態のような透明体 3 4 0 は、たとえば高温で溶融したプラスチックの液滴を E L 素子 3 0 0 上に滴下し、固化することによって形成される。このとき、裾部の傾斜は、透明基板 1 5 0 と液滴である透明体 3 4 0 の接触角によって定まる。また、裾部の傾斜は、固化する前に球体の頂上を押圧して制御することもできる。

【 0 0 3 6 】

図 5 の E L 素子において、反射電極 1 0 0 と透明電極 1 2 0 との間に電圧を印加すると E L 層 1 1 0 が発光する。E L 層 1 1 0 から発した光は、透明電極 1 2 0 及び透明基板 1 5 0 を透過して外部に取り出される。

【 0 0 3 7 】

一方、E L 層 1 1 0 から発した光の一部は、透明電極 1 2 0 と透明基板 1 5 0 との境界 B 1 で全反射される。この全反射光は反射膜 3 3 0 で反射され、透明基板 1 5 0 を透過して空気中に取り出される。この全反射光は、反射膜 3 3 0 で反射された後、境界 B 1 及び B 2 で屈折されるが、簡単のために、図 5 では直進するように描いている。

【 0 0 3 8 】

又、E L 層 1 1 0 から発した光の他の一部は、境界 B 1 で屈折され透明基板 1 5 0 と空気との境界 B 2 で全反射される。しかし、この全反射光も反射膜 3 3 0 で反射され、透明基板 1 5 0 を透過して空気中に取り出される。

【 0 0 3 9 】

ここで、透明体 3 4 0 の頂上部 S には光は殆ど到達しない。E L 素子 3 0 0 の端面にほぼ垂直に進行する光は境界 B 1 で全反射されずに透明基板 1 5 0 を透過し、空気側に取り出されている。従って、頂上部 S が歪んでいて球面からずれていても構わない。このようにして、E L 素子 3 0 0 から発した光が効率良く外部

に取り出される。

【 0 0 4 0 】

図 6 は本発明の第 5 実施形態の表示装置において、1 画素を構成する電界発光 (E L) 素子を示す概略断面図である。本実施形態は、反射膜 3 3 0 が構成する凹面鏡の焦平面を E L 素子 3 0 0 の内部に位置させた点でのみ第 4 実施形態と相違し、その他の構成は第 4 実施形態と同一である。このため、図 6 において図 5 と同一の部材には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【 0 0 4 1 】

本実施形態において、E L 層 1 1 0 の端面から出射した光は、透明体 3 4 0 の凹面鏡部分で反射されれば、ほぼ平行光束となって透明基板 1 5 0 から外部に取り出される。又、透明体 3 4 0 の裾部では境界 B 1、B 2 からの全反射光が反射されて外部の空気層に取り出されるため、外部に取り出される光量は更に増加する。

【 0 0 4 2 】

本実施形態においても、透明体 3 4 0 の頂上部 S には光は殆ど到達しない。E L 素子 3 0 0 の端面にほぼ垂直に進行する光は境界 B 1 で全反射されずに透明基板 1 5 0 を透過し、空気側に取り出されている。従って、頂上部 S が歪んでいて球面からずれていても構わない。

【 0 0 4 3 】

上記図 5 及び図 6 に示す実施形態においては、透明体 3 4 0 の裾部が負の曲率を有する曲面 (凹曲面) で構成されているが、このような凹曲面を持たない正の曲率を有する曲面のみで形成された、つまり半球状等、球の一部を構成する形状だけで透明体が形成した場合も、上記図 5 及び図 6 に近い作用は得られる。

【 0 0 4 4 】

図 7 は本発明の第 6 実施形態の表示装置において、1 画素を構成する電界発光 (E L) 素子を示す概略断面図である。図 7 において図 5 と同一の部材には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【 0 0 4 5 】

本実施形態は、透明基板 1 5 0 に溝 1 5 2 を設けたものである。溝 1 5 2 は E

L素子300を充分カバーする大きさに形成される。この溝152上には、二酸化チタン (TiO_2) 等から成る薄い透明板151が形成されている。そして、この透明板151の上にEL素子300が形成される。従って、溝152は空隙となっている。

【0046】

本実施形態において、EL素子300より透明板151及び空隙となった溝152を透過して基板150に入射する光は基板150で全反射されることはない。このため、透明基板150内の全反射光が他の画素へ伝播することはないし、基板150内に光が閉じ込められることもないので、EL素子300からの光は透明体340及び反射膜330から成る反射球体によって有効に空気側に取り出される。

【0047】

図7においては、球体の一部を構成する透明体340を備えた例を示したが、これに代えて、図1に示したような四角錐台の透明体140を用いても良いし、円錐台状の透明体を用いることもできる。

【0048】

ところで、本発明のような表示装置において、透明基板からの光の取り出し効率を向上させるため、透明基板上に屈折率の低いシリカエアロゲル等の膜を形成することも考えられる。このような例を以下に説明する。

【0049】

図8は、透明基板211上にシリカエアロゲル膜210を形成した例を示す概略断面図である。シリカエアロゲル膜210は例えば1.03の屈折率を有する。シリカエアロゲル膜210に空中から入射する光212はシリカエアロゲル膜210と透明基板211との境界233でスネルの屈折の法則に従って屈折して光214となる。この光214は、更に透明基板211の下面234から空中へ光215となって射出する。透明基板211は自身より低い屈折率の物質で挟まれている為、透明基板211内で全反射は生じない。しかし、この場合でも、光213が境界233においてフレネル反射により正反射方向に反射され、光216が生じる。光216の強さは、光213の入射角度が透明基板211に平行に

近くなるに従い増加する。

【0050】

図9は、上記のようにシリカエアロゲル膜210が形成された透明基板211上に電界発光（EL）素子235を形成した例を示す概略断面図である。図9において、図8と同一の部材には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0051】

図9において、シリカエアロゲル膜210上に、ITO等から成る透明電極217、有機又は無機材料から成るEL層218、金属膜から成る反射電極219がこの順に積層されEL素子235が形成されている。ここで、EL層218の一点220から出た光221は、透明電極217、シリカエアロゲル膜210を透過し、シリカエアロゲル膜210と透明基板211との境界233に達する。境界233でフレネル反射を受けた光225は正反射方向にシリカエアロゲル膜210内を伝播してゆく。この伝播光は図示されていないが隣接するEL素子群に入り込んで、そこで乱反射を受けて観測方向へ射出される。即ち、入り込まれたEL素子群にとっては不要なノイズ光が発生する原因となる。また、その光の発光元のEL素子にとっては、この光225は光ロスとなるので、光利用率が実質的には低下したことになる。

【0052】

図10は、上記のようなシリカエアロゲル膜を有する表示装置に本発明を適用した第7実施形態において、1画素を構成する電界発光（EL）素子を示す概略断面図である。図10において図5及び図9と同一の部材には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0053】

本実施形態においては、シリカエアロゲル膜210はEL素子235とほぼ同じ位の大きさに形成されている。EL層218の一点226から射出した光227は、シリカエアロゲル膜210と透明基板211との境界234でフレネル反射を受け、光229となる。この光229は、透明体340の表面に形成された反射膜330で反射され、光230となって空中へ射出する。即ち、フレネル反射を受けた光は不図示の隣接するEL素子群に入り込むことがなくなる。また透

明基板 211 内での全反射光も生じなくなる。このため、本実施形態においては、光利用率を高めることができる。

【0054】

図 11 は、シリカエアロゲル等から成る低屈折率光透過膜を有する表示装置に本発明を適用した第 8 実施形態において、1 画素を構成する電界発光 (EL) 素子を示す概略断面図である。

【0055】

図 11 の実施形態は、隣接する電界発光 (EL) 素子間を絶縁体で埋め込んだものである。図 11 において符号 241 は EL 層、符号 242 は ITO 等から成る透明電極、符号 243 は金属膜等から成る反射電極、符号 244 はシリカエアロゲル等から成る低屈折率光透過膜、符号 245 は反射膜、符号 250 及び 247 は金属導電体、符号 246 は薄膜トランジスタ (TFT)、符号 249 はガラス等から成る透明基板、符号 248 は隣接する EL 素子間を埋めたポリイミドやプラスチック等から成る絶縁体をそれぞれ示す。

【0056】

図 12 は、図 11 の実施形態の表示装置における光の振る舞いを示す概略断面図である。図 12 において、図 11 と同一の部材には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0057】

図 12 において、EL 層 241 の 1 点 261 から発した光のうち、光 251 は透明基板 249 の上面 270 に直接当たり、屈折して光 252 となって空中へ抜ける。一方、点 261 から発した光 256 は、透明電極 242 と低屈折率光透過膜 244 との境界で全反射され、光 257 となる。この光 257 は、斜面に形成された金属導電体 250 で反射して光 258 となって空中へ抜ける。また、点 261 から発した EL 層 241 の内部を走った光 259 は、斜面に形成された金属導電体 250 で反射して光 260 となって空中へ抜ける。なお、隣接する EL 素子の反射膜 245 と金属導電体 250 との間には、これらのつくる三角形の頂点で両者が接しないように、図示しない若干の間隙を設ける。

【0058】

ところで、本発明のような表示装置において、ホール/電子輸送層を含むEL層と透明電極（陽極）とを一对のミラーで挟み、これらのミラーの間の光路長をEL素子の発光波長と同じにする、つまりEL素子に共振器構造を導入すると、光が増幅される。このため、透明基板と透明電極との間にハーフミラーを形成すると、増幅された光を取り出すことができる。このような構成を以下に説明する。

【0059】

上記のような構成において、透明基板に垂直な方向へ射出する光強度の増大の大きさGは各ミラーの反射率、すなわち反射電極（陰極）反射率 R_c 及びハーフミラー反射率 R_h に依存し、例えば、月刊ディスプレイ、1998年、10月号、p.107に示されているように、以下の式で示される。

【0060】

$$G = (1 + (R_c)^{1/2})^2 \cdot (1 - R_h) / (1 - (R_c \cdot R_h)^{1/2})^2$$

ここで、 R_c を90%、 R_h を0%とすると、共振器構造を取らない通常の素子に比べてGは3.8倍となる。さらに、たとえば、 R_c を90%、 R_h を85%とすると、Gは R_c を90%、 R_h を0%としたときの9.5倍となる。

【0061】

尤も、Gは、 R_c 、 R_h に応じて高くすることも低くもすることもできる。従って、このような構成を持ったものを表示装置に使用すれば、非常に明るい画面が得られる。このような表示装置を明るい場所で見ると、 R_h を高くすると、背景光、室内光も反射されてディスプレイが見にくくなる。しかし、プロジェクターのように暗い場所で使用する場合には、ハーフミラーによる背景光、室内光の反射はあまり問題とはならない。そこで、EL素子とハーフミラーとを組み合わせ、透明基板に垂直な方向に射出する光を増大させ、本発明のような透明体と反射膜による光量増加分と併せて、プロジェクターによる投影画面上での照度を増大させることができる。

【0062】

図13は、上記のようなハーフミラーを設けた本発明の第9実施形態の表示装置において、1画素を構成する電界発光（EL）素子を示す概略断面図である。

本実施形態は、E L 素子 3 0 0 の透明電極 1 2 0 と透明基板 1 5 0 との間にハーフミラー 1 6 0 を設けた点でのみ先に説明した第 1 実施形態と相違し、その他の構成は第 1 実施形態と全く同一である。そのため、図 1 3 において、図 1 と同一の部材には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【 0 0 6 3 】

本実施形態において、反射電極 1 0 0 とハーフミラー 1 6 0 との間の光路長を、E L 素子 3 0 0 の発光波長の $1/2$ と等しくなるように構成している。したがって、これらが共振器を構成し、より強度の強い光を取り出すことができる。なお、本実施形態においても、境界 B 1 及び B 2 で全反射された光が反射膜 1 3 0 で透明基板 1 5 0 を通して射出され、光の利用効率を向上させる効果を有する点は第 1 実施形態と同様である。

【 0 0 6 4 】

図 1 4 は、ハーフミラーを設けた本発明の第 1 0 実施形態の表示装置において、1 画素を構成する電界発光 (E L) 素子を示す概略断面図である。本実施形態は、E L 素子 3 0 0 の透明電極 1 2 0 と透明基板 1 5 0 との間にハーフミラー 1 6 0 を設けた点でのみ先に説明した第 4 実施形態と相違し、その他の構成は第 4 実施形態と全く同一である。そのため、図 1 4 において、図 5 と同一の部材には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【 0 0 6 5 】

本実施形態において、反射電極 1 0 0 とハーフミラー 1 6 0 との間の光路長を、E L 素子 3 0 0 の発光波長の $1/2$ と等しくなるように構成している。したがって、これらが共振器を構成し、より強度の強い光を取り出すことができる。なお、本実施形態においても、境界 B 1 及び B 2 で全反射された光が反射膜 3 3 0 で透明基板 1 5 0 を通して射出され、光の利用効率を向上させる効果を有する点は第 4 実施形態と同様である。

【 0 0 6 6 】

上記のような第 9 及び第 1 0 実施形態は、先に述べたような理由により、特にプロジェクターに応用するのに適している。このようなプロジェクターは、例えば図 1 5 のように構成される。図 1 5 において、符号 4 0 0 は、図 1 3 あるいは

図 1 4 に示したような E L 素子から成る表示装置を示す。この表示装置 4 0 0 の画面は、投影レンズ 4 0 1 によって、投影像面 4 0 2 に投影される。これによって、従来に比べて各段に明るい投影像が得られる。

【 0 0 6 7 】

図 1 3 及び図 1 4 において、ハーフミラー 1 6 0 は、たとえば、 TiO_2 層/ SiO_2 層/ TiO_2 層/ SiO_2 層の 4 層から構成される。ここで、各層の光路長は E L 素子から発する光の中心波長を λ としたとき、それぞれ $\lambda/4$ である。上記の構成においては、 SiO_2 層側を透明基板 1 5 0 上に堆積させるようにすればよい。

【 0 0 6 8 】

又、上記のハーフミラー 1 6 0 として、一般的に知られた TiO_2 層/ SiO_2 層のペアが複数組繰り返し積層された構造のものを用いても良い。この場合、 SiO_2 層が透明基板 1 5 0 側にくるように堆積される。

【 0 0 6 9 】

図 1 7 (a) は、上記のように TiO_2 層/ SiO_2 層のペアが 4 組構造された 8 層構造のハーフミラー膜構成の一例を示す概略断面図である。図 1 7 (a) において、I T O と記載した層は、図 1 3 あるいは図 1 4 における透明電極 1 2 0 に対応する。また、同じく G と記載したガラス基板は、図 1 3 あるいは図 1 4 における透明基板 1 5 0 に対応する。

【 0 0 7 0 】

図 1 7 (b) は、上述した 8 層構造のハーフミラーの垂直入射に対する反射率のグラフである。

【 0 0 7 1 】

更に、図 1 8 ～図 2 2 に上述した 8 層構造のハーフミラーのさまざまな反射特性を示す。図 1 8 において、(a) は、波長 4 0 0 n m から 7 0 0 n m の範囲で、入射角 3 0 度の範囲における、上述した 8 層構造のハーフミラーの S 偏光の反射率のグラフである。また、(b) は、波長 4 0 0 n m から 7 0 0 n m の範囲で、入射角 3 0 度の範囲における、上述した 8 層構造のハーフミラーの P 偏光の反射率のグラフである。更に (c) は、波長 4 0 0 n m から 7 0 0 n m の範囲で、

入射角 30 度の範囲における、上述した 8 層構造のハーフミラーの平均反射率、すなわち (S 偏光反射率 + P 偏光反射率) / 2 の値を示すグラフである。

【 0 0 7 2 】

図 19 は、入射角 0° における、上述した 8 層構造のハーフミラーの反射率、透過率、及び反射波・透過波の位相を示す表である。また、図 20 は、波長 400 nm から 700 nm の範囲で、入射角 30 度の範囲における、上述した 8 層構造のハーフミラーの S 偏光の反射率の表である。一方、図 21 は、波長 400 nm から 700 nm の範囲で、入射角 30 度の範囲における、上述した 8 層構造のハーフミラーの P 偏光の反射率の表である。更に、図 22 は、波長 400 nm から 700 nm の範囲で、入射角 30 度の範囲における、上述した 8 層構造のハーフミラーの平均反射率、すなわち (S 偏光反射率 + P 偏光反射率) / 2 の値を示す表である。

【 0 0 7 3 】

このように、上述した 8 層構造のハーフミラーの反射率は、入射角 30 度の範囲内においては、可視光の範囲ではほぼ一定で 50 % となっている。R_c が 90 %、R_h が 50 % であるときは、光の強度的増大 G は上述した G を求める式によれば共振機構構造を取らない通常の素子に比べて G が 1.7 倍となる。従って、このハーフミラーを備えた表示装置をプロジェクターに用いると、 $NA = \sin 30^\circ$ 、すなわち F ナンバ 1 までのレンズの開口いっぱいまで使ったとすると、像面における光量は 1.7 倍増大する。

【 0 0 7 4 】

なお、図 13 及び図 14 の実施形態においては、先に説明した 4 層又は 8 層構成から成るハーフミラー 160 と反射電極 100 との間の光路長を EL 素子の発光波長の 1/2 に等しくしたが、発光波長の 1/2 の整数倍であってもよい。

【 0 0 7 5 】

又、陰極すなわち反射電極 100 はアルミニウム (Al) 等の金属物質であるため、EL 層 110 からの光はもとより、観測方向からの外部光も反射する。しかし、外部光が反射されると表示装置のコントラストが低下する。従って、外部光の反射を無くすか低減しなければならない。外部光の反射を低減するために、

陰極を2層構造とし、EL発光層110側を光吸収層とし、もう1層をA1等の電極層とすることが特開平8-8065号公報に開示されている。

【0076】

図23は、上記のような光吸収層を設けた本発明の第11実施形態の表示装置において、1画素を構成する電界発光(EL)素子を示す概略断面図である。本実施形態は、EL素子300のEL層110と反射電極100との間に光吸収層100aを設けた点でのみ先に説明した第9実施形態と相違し、その他の構成は第9実施形態と全く同一である。そのため、図23において、図13と同一の部材には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0077】

本実施形態においては、EL層側の光吸収層100aの屈折率をEL層110の屈折率より低くすることにより、光吸収層100aとEL層110との界面で全反射を生じさせる。このようにすれば、全反射によって再びEL層内に戻って、反射膜130で反射されるので、表示装置からの光量が増加する。

【0078】

本実施形態において、EL層110が例えばアルミ・キノリノール(alq)から形成された場合、その屈折率は1.73程度である。このため、光吸収層100aはたとえば屈折率1.70のMgOから形成されるのが好ましい。EL層110に電子輸送層が設けられている場合には、光吸収層100aの屈折率をその電子輸送層の屈折率より低くすれば良い。

【0079】

図23において、EL層110から発した光1003は光吸収層100aとEL層110の界面で全反射されて光1004となり、更に、反射膜130で反射されて光1005となり、表示装置の外部に出射する。

【0080】

図24は、光吸収層を設けた本発明の第12実施形態の表示装置において、1画素を構成する電界発光(EL)素子を示す概略断面図である。本実施形態は、EL素子300のEL層110と反射電極100との間に光吸収層100aを設けた点でのみ先に説明した第10実施形態と相違し、その他の構成は第10実施

形態と全く同一である。そのため、図 2 4 において、図 1 4 と同一の部材には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【 0 0 8 1 】

本実施形態において、光吸収層 1 0 0 a を形成するのに好ましい材料は第 1 1 実施形態と同様である。図 2 4 において、E L 層 1 1 0 から発した光 1 0 0 3 は光吸収層 1 0 0 a と E L 層 1 1 0 の界面で全反射されて光 1 0 0 4 となり、更に、反射膜 3 3 0 で反射されて光 1 0 0 5 となり、表示装置の外部に出射する。

【 0 0 8 2 】

【発明の効果】

以上説明した本発明によれば、透明体を形成したあとで、E L 素子を外気から遮断する保護膜を形成する必要がある。又、透明体上に反射膜を形成する際、反射膜が E L 層をサンドイッチする透明電極や反射電極と接触しないように製造工程を工夫する必要もない。そのため、工程が簡単で安価に製造することができる。また、本発明においては、透明体が E L 素子を外気から保護するとともに、透明体表面の反射膜によって E L 層において発光した光を効率良く外部に取り出すことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 実施形態の表示装置において、1 画素を構成する電界発光素子を示す概略断面図である。

【図 2】

図 1 に示す表示装置の製造工程を説明するための概略断面図である。

【図 3】

本発明の第 2 実施形態の表示装置において、1 画素を構成する電界発光素子を示す概略断面図である。

【図 4】

図 4 は本発明の第 3 実施形態の表示装置を示す図である。

【図 5】

本発明の第 4 実施形態の表示装置において、1 画素を構成する電界発光素子を

示す概略断面図である。

【図 6】

本発明の第 5 実施形態の表示装置において、1 画素を構成する電界発光素子を示す概略断面図である。

【図 7】

本発明の第 6 実施形態の表示装置において、1 画素を構成する電界発光素子を示す概略断面図である。

【図 8】

透明基板上にシリカエアロゲル膜を形成した例を示す概略断面図である。

【図 9】

シリカエアロゲル膜が形成された透明基板上に電界発光素子を形成した例を示す概略断面図である。

【図 1 0】

シリカエアロゲル膜を有する表示装置に本発明を適用した第 7 実施形態において、1 画素を構成する電界発光素子を示す概略断面図である。

【図 1 1】

低屈折率光透過膜を有する表示装置に本発明を適用した第 8 実施形態において、1 画素を構成する電界発光素子を示す概略断面図である。

【図 1 2】

図 1 1 に示した表示装置における光の振る舞いを説明するための概略断面図である。

【図 1 3】

ハーフミラーを設けた本発明の第 9 実施形態の表示装置において、1 画素を構成する電界発光素子を示す概略断面図である。

【図 1 4】

ハーフミラーを設けた本発明の第 1 0 実施形態の表示装置において、1 画素を構成する電界発光素子を示す概略断面図である。

【図 1 5】

図 1 3 あるいは図 1 4 に示した表示装置を用いたプロジェクターの概念図であ

る。

【図 1 6】

従来の E L 素子の一例を示す概略断面図である。

【図 1 7】

8 層構造のハーフミラー膜構成の一例を示す概略断面図及び反射率のグラフである。

【図 1 8】

8 層構造のハーフミラーの反射率のグラフである。

【図 1 9】

8 層構造のハーフミラーの反射率、透過率、及び反射波・透過波の位相を示す表である。

【図 2 0】

8 層構造のハーフミラーの S 偏光の反射率の表である。

【図 2 1】

8 層構造のハーフミラーの P 偏光の反射率の表である。

【図 2 2】

8 層構造のハーフミラーの平均反射率を示す表である。

【図 2 3】

光吸収層を設けた本発明の第 1 1 実施形態の表示装置において、1 画素を構成する電界発光素子を示す概略断面図である。

【図 2 4】

光吸収層を設けた本発明の第 1 2 実施形態の表示装置において、1 画素を構成する電界発光素子を示す概略断面図である。

【図 2 5】

従来の E L 素子の他の例を示す概略断面図である。

【符号の説明】

1 0 0 反射電極

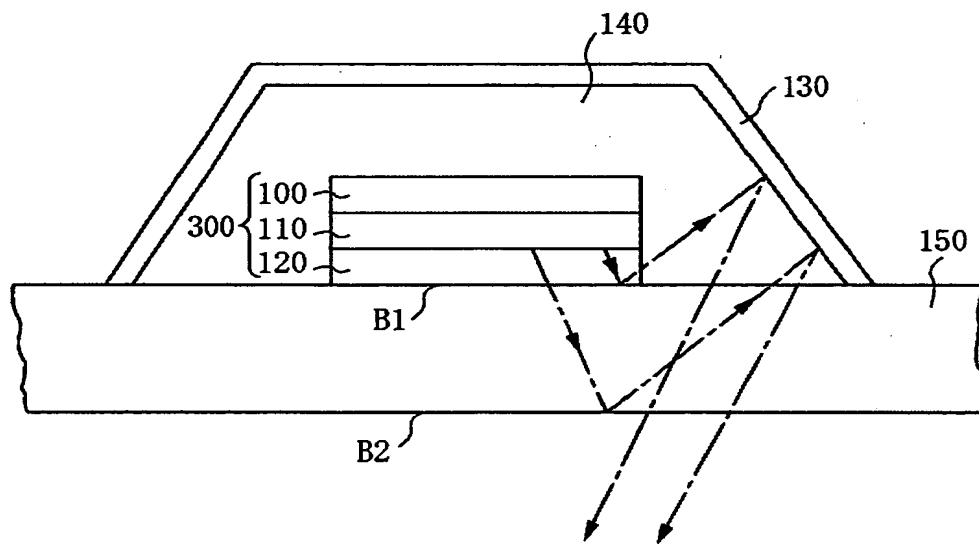
1 0 0 a 光吸収層

1 1 0 E L 層

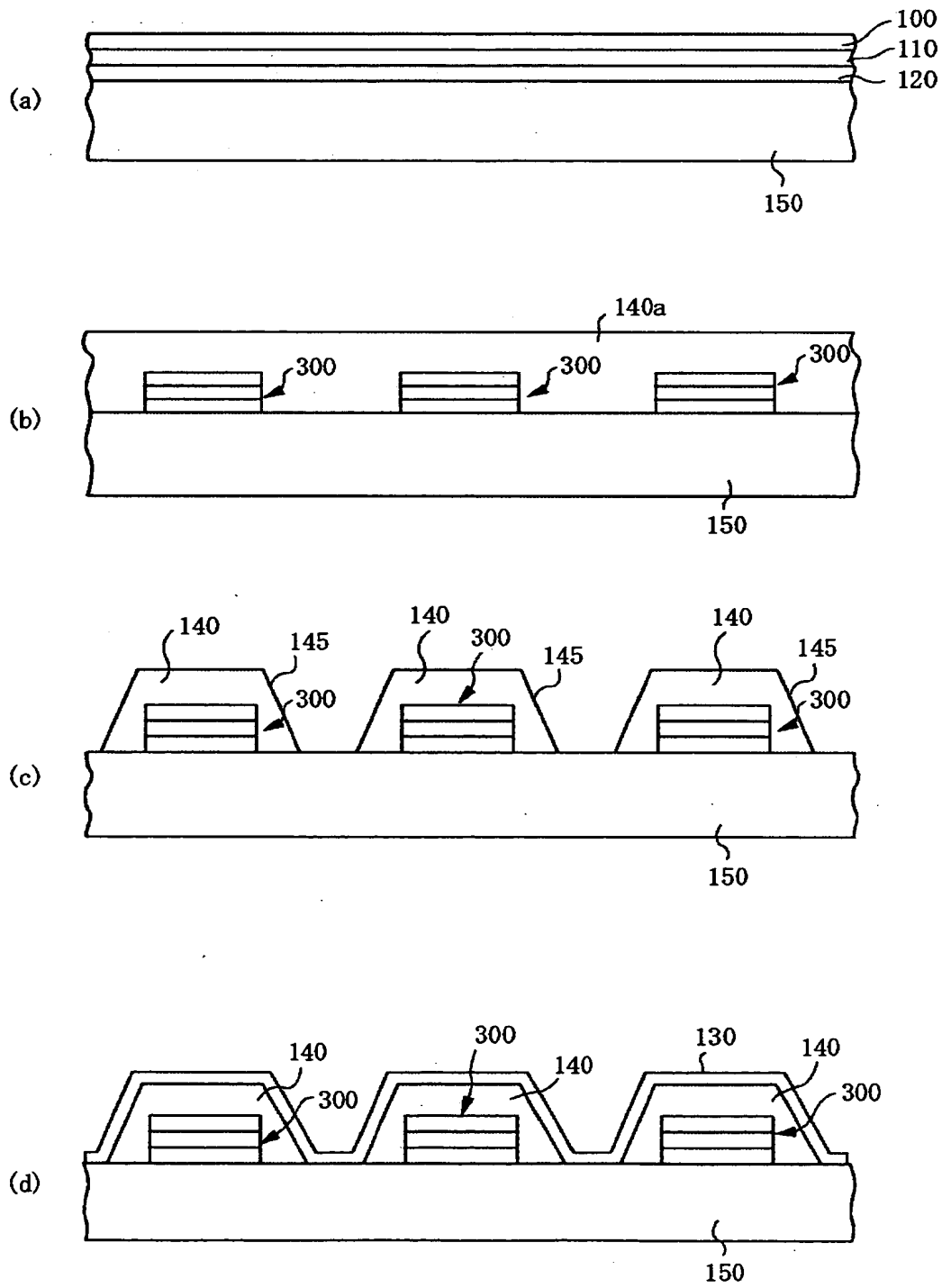
- 1 2 0 透明電極
- 1 3 0、3 3 0 反射膜
- 1 4 0、3 4 0 透明体
- 1 5 0 透明基板
- 1 6 0 ハーフミラー
- 4 0 0 駆動素子
- 7 0 0 列方向配線
- 8 0 0 絶縁体
- 9 0 0 行方向配線
- B 1 透明電極と透明基板との境界
- B 2 透明基板と空気との境界
- S 透明体の頂上部

【書類名】 図面

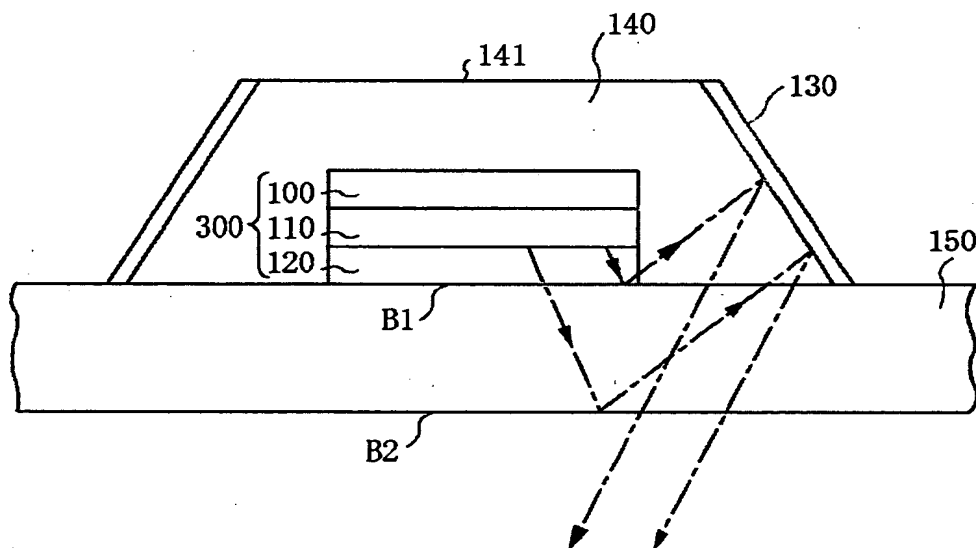
【図 1】



【図 2】



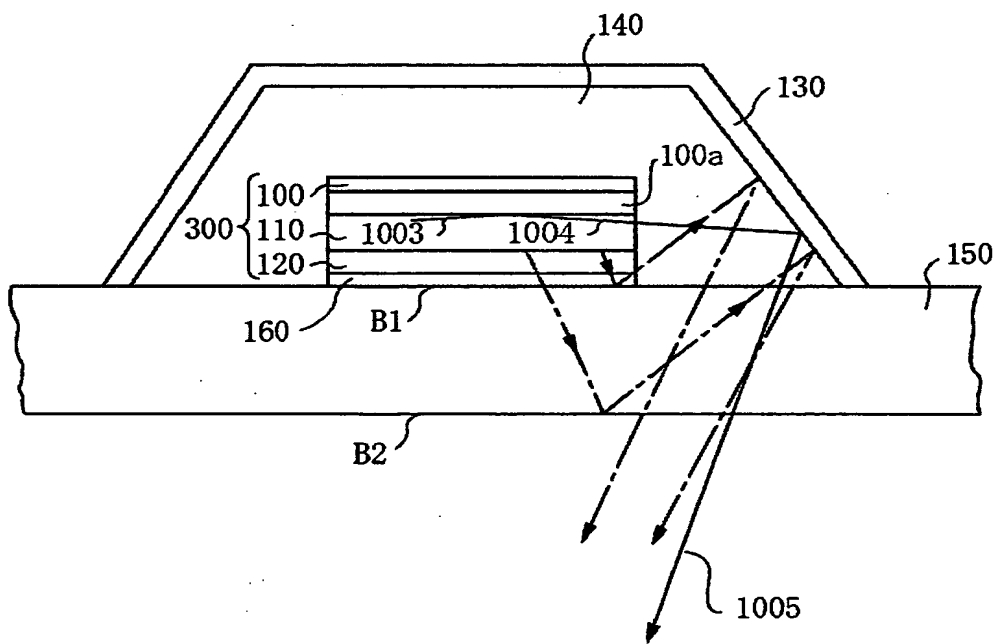
【図 3】



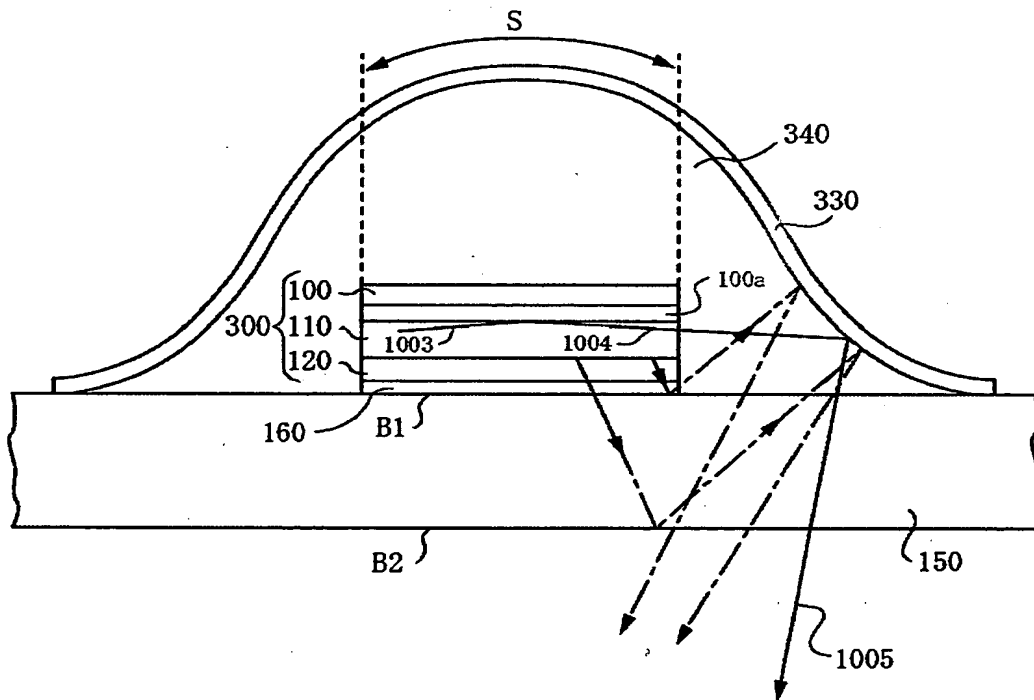
【図 2 2】

theta	0	5	10	15	20	25	30
wl	ra(0°)	ra(5°)	ra(10°)	ra(15°)	ra(20°)	ra(25°)	ra(30°)
400	53.08212	52.90377	52.11843	49.84207	44.30421	33.21989	17.9874
410	48.17657	47.5384	45.2314	40.05782	30.38105	17.26997	16.056
420	39.00835	37.77521	33.71342	26.09809	16.01261	12.6568	27.7809
430	26.21536	24.64979	20.04822	13.70689	11.20038	21.12412	37.56531
440	14.30588	13.24112	10.93139	10.67737	17.66133	31.65583	43.38432
450	9.693069	9.874841	11.47822	17.05717	27.69186	39.45311	46.45974
460	13.8806	15.06241	19.0995	26.58057	36.20309	44.3854	47.82233
470	22.45843	23.92146	28.28045	34.96535	42.15589	47.21139	48.16788
480	31.06662	32.36507	36.00905	41.08771	45.93428	48.62288	47.97648
490	37.91265	38.91422	41.62603	45.15622	48.12948	49.1419	47.58346
500	42.79684	43.51183	45.38926	47.66336	49.24671	49.15505	47.20951
510	46.04912	46.52845	47.74164	49.06681	49.67771	48.94506	46.97491
520	48.07543	48.37368	49.08793	49.73411	49.72024	48.70591	46.91465
530	49.23057	49.39653	49.75572	49.95092	49.5942	48.55107	47.00091
540	49.80049	49.87589	50.00175	49.93394	49.44944	48.52372	47.16988
550	50.00978	50.02954	50.02233	49.83873	49.37168	48.61311	47.34652
560	50.02995	50.02208	49.95967	49.76445	49.39162	48.77482	47.46174
570	49.98419	49.96933	49.90597	49.75997	49.49842	48.94995	47.46103
580	49.95105	49.94226	49.90863	49.83334	49.65527	49.07957	47.30635
590	49.96959	49.97277	49.97843	49.96402	49.81396	49.1132	46.97448
600	50.04673	50.0618	50.09971	50.11525	49.92568	49.01204	46.45381
610	50.16668	50.18918	50.24123	50.24471	49.94756	48.74909	45.74126
620	50.30027	50.32318	50.36545	50.31175	49.84555	48.30748	44.8396
630	50.41309	50.42827	50.43529	50.28161	49.59476	47.67836	43.75552
640	50.47114	50.47048	50.41805	50.12682	49.17843	46.85894	42.49826
650	50.44449	50.42056	50.2873	49.82738	48.58661	45.85097	41.07873
660	50.30878	50.25518	50.02316	49.36976	47.81466	44.65958	39.50894
670	50.04538	49.95682	49.61159	48.74578	46.86198	43.29243	37.80165
680	49.64119	49.51344	49.04371	47.95167	45.73135	41.75951	35.97038
690	49.0876	48.91739	48.31467	46.98698	44.42803	40.07255	34.0292
700	48.37985	48.16473	47.42298	45.8541	42.95967	38.24515	31.99305

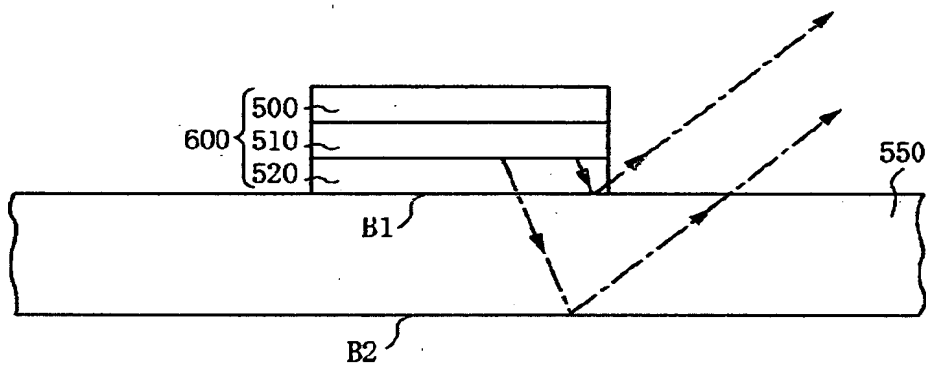
【図 2 3】



【図 2 4】



【図 2 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 表示装置の E L 層で発光した光を高い効率で外部に取り出すとともに、E L 層を含むサンドイッチ構造を外気に触れることがないように保護する。

【解決手段】 透明体で E L 素子を被覆することによって E L 素子を保護すると共に、透明体の表面に反射膜を設け、透明電極と透明基板との境界、あるいは透明基板と外気との境界で全反射された光を反射膜で反射して外部に取り出す。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-306539
受付番号	50101461025
書類名	特許願
担当官	第四担当上席 0093
作成日	平成13年10月 5日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000001007
【住所又は居所】	東京都大田区下丸子3丁目30番2号
【氏名又は名称】	キャノン株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】	100090538
【住所又は居所】	東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キャノン株式会社内
【氏名又は名称】	西山 恵三

【選任した代理人】

【識別番号】	100096965
【住所又は居所】	東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キャノン株式会社内
【氏名又は名称】	内尾 裕一

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000001007]

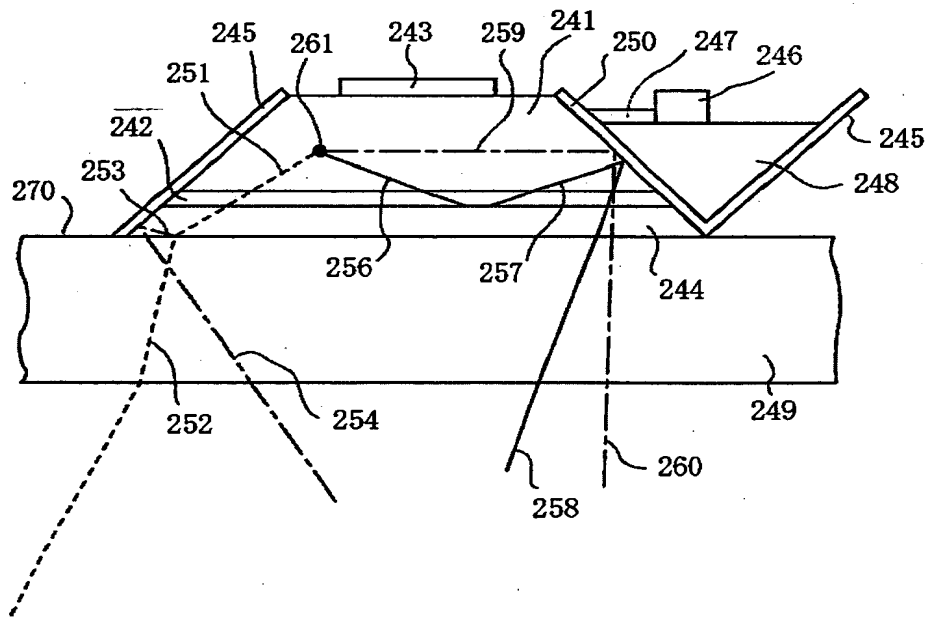
1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

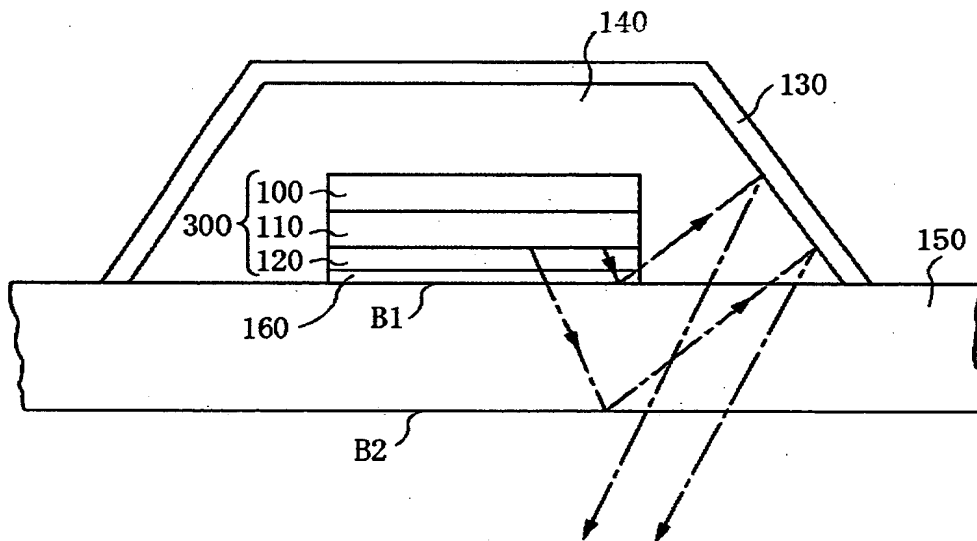
住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

氏 名 キヤノン株式会社

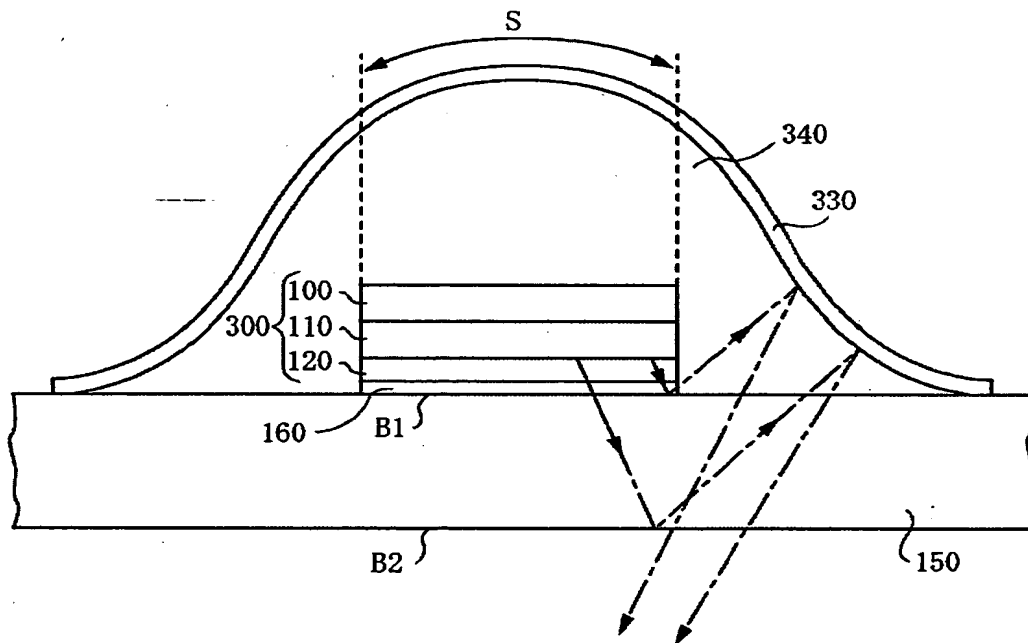
【図 1 2】



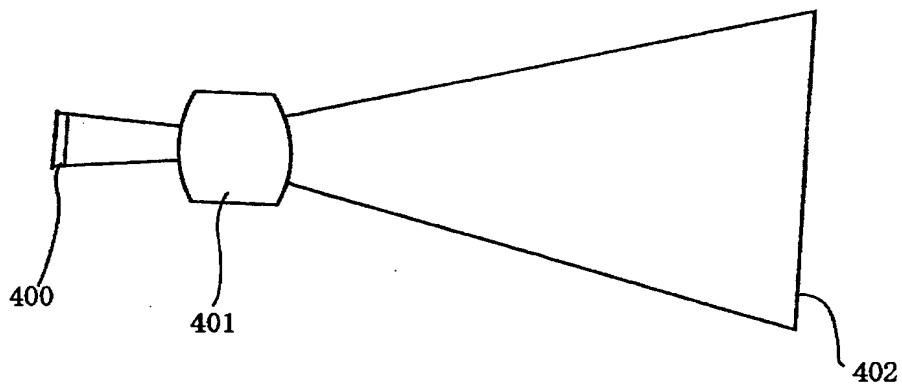
【図 1 3】



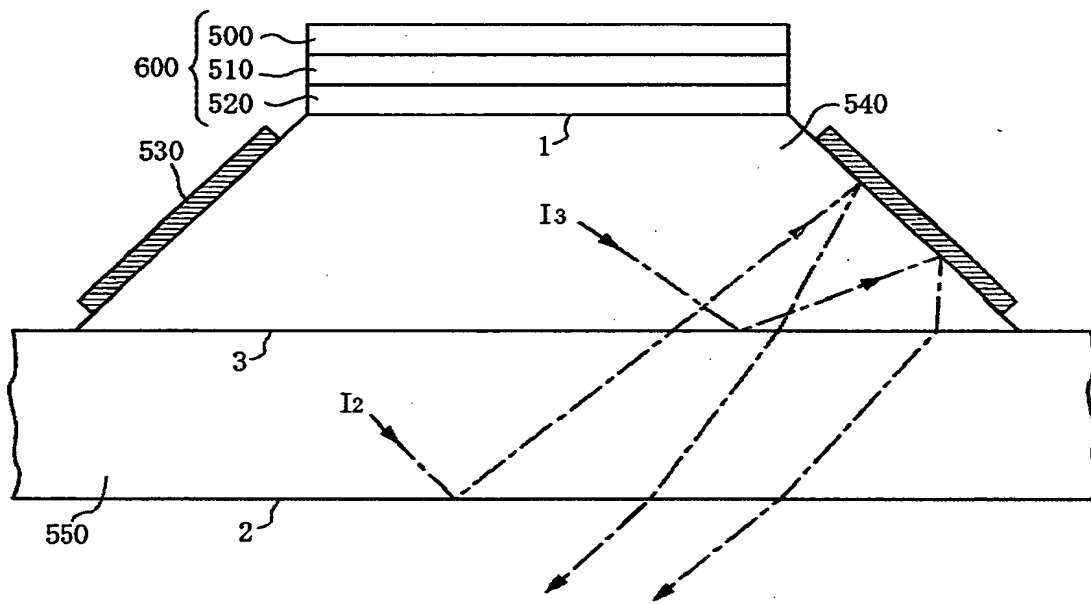
【図 1 4】



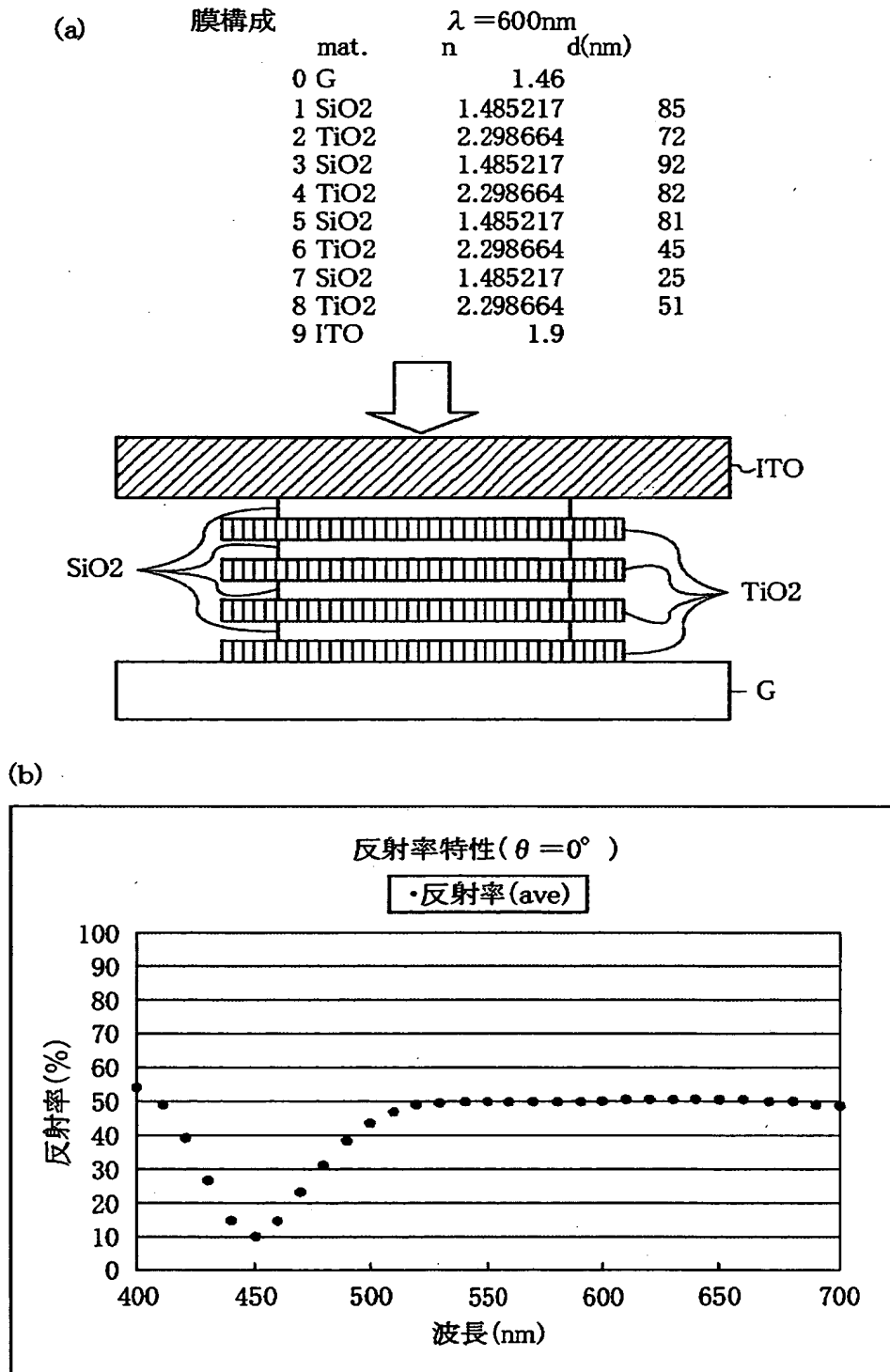
【図 1 5】



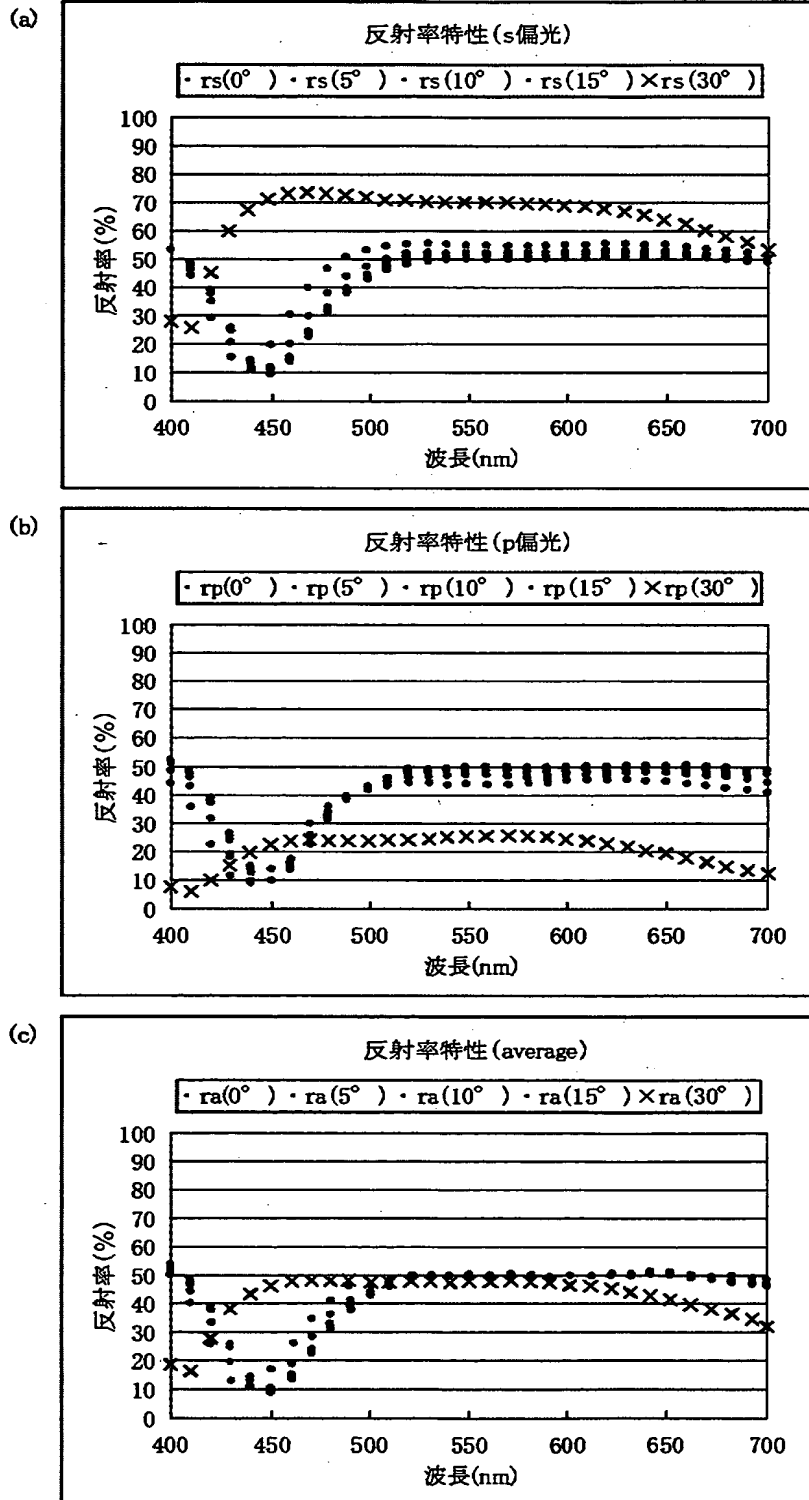
【図 1 6】



【図 1 7】



【図 1 8】



【図 1 9】

theta	wl	反射率(s) rs	反射率(p) rp	反射率(av) ra	透過率(s) ts	透過率(p) tp	透過率(av) ta	位相(rs) prs-deg	位相(rp) prp-deg	位相(s) pst-deg	位相(tp) ptp-deg
0	400	53.08212	53.08212	53.08212	46.91788	46.91788	46.91788	185.682	185.682	111.147	111.147
0	410	48.17657	48.17657	48.17657	51.82343	51.82343	51.82343	199.928	199.928	142.852	142.852
0	420	39.00835	39.00835	39.00835	60.99165	60.99165	60.99165	214.67	214.67	171.521	171.521
0	430	26.21536	26.21536	26.21536	73.78464	73.78464	73.78464	227.604	227.604	199.797	199.797
0	440	14.30588	14.30588	14.30588	85.69412	85.69412	85.69412	232.298	232.298	228.568	228.568
0	450	9.693069	9.693069	9.693069	90.30693	90.30693	90.30693	220.31	220.31	256.921	256.921
0	460	13.8806	13.8806	13.8806	86.1194	86.1194	86.1194	210.327	210.327	283.124	283.124
0	470	22.45843	22.45843	22.45843	77.54157	77.54157	77.54157	215.223	215.223	306.185	306.185
0	480	31.06662	31.06662	31.06662	68.93338	68.93338	68.93338	226.654	226.654	326.221	326.221
0	490	37.91265	37.91265	37.91265	62.08735	62.08735	62.08735	240.139	240.139	343.856	343.856
0	500	42.79684	42.79684	42.79684	57.20316	57.20316	57.20316	254.308	254.308	359.734	359.734
0	510	46.04912	46.04912	46.04912	53.95088	53.95088	53.95088	268.788	268.788	14.359	14.359
0	520	48.07543	48.07543	48.07543	51.92457	51.92457	51.92457	283.493	283.493	28.083	28.083
0	530	49.23057	49.23057	49.23057	50.76943	50.76943	50.76943	298.4	298.4	41.143	41.143
0	540	49.80049	49.80049	49.80049	50.19951	50.19951	50.19951	313.475	313.475	53.686	53.686
0	550	50.00978	50.00978	50.00978	49.99022	49.99022	49.99022	328.653	328.653	65.797	65.797
0	560	50.02995	50.02995	50.02995	49.97005	49.97005	49.97005	343.833	343.833	77.517	77.517
0	570	49.98419	49.98419	49.98419	50.01581	50.01581	50.01581	358.889	358.889	88.857	88.857
0	580	49.95105	49.95105	49.95105	50.04895	50.04895	50.04895	13.685	13.685	99.813	99.813
0	590	49.96959	49.96959	49.96959	50.03041	50.03041	50.03041	28.089	28.089	110.374	110.374
0	600	50.04673	50.04673	50.04673	49.95327	49.95327	49.95327	41.992	41.992	120.53	120.53
0	610	50.16668	50.16668	50.16668	49.83332	49.83332	49.83332	55.313	55.313	130.276	130.276
0	620	50.30027	50.30027	50.30027	49.69973	49.69973	49.69973	68.003	68.003	139.615	139.615
0	630	50.41309	50.41309	50.41309	49.58691	49.58691	49.58691	80.044	80.044	148.557	148.557
0	640	50.47114	50.47114	50.47114	49.52886	49.52886	49.52886	91.442	91.442	157.12	157.12
0	650	50.44449	50.44449	50.44449	49.55551	49.55551	49.55551	102.225	102.225	165.326	165.326
0	660	50.30878	50.30878	50.30878	49.69122	49.69122	49.69122	112.43	112.43	173.199	173.199
0	670	50.04538	50.04538	50.04538	49.95462	49.95462	49.95462	122.101	122.101	180.768	180.768
0	680	49.64119	49.64119	49.64119	50.35881	50.35881	50.35881	131.287	131.287	188.059	188.059
0	690	49.0876	49.0876	49.0876	50.9124	50.9124	50.9124	140.035	140.035	195.098	195.098
0	700	48.37985	48.37985	48.37985	51.62015	51.62015	51.62015	148.392	148.392	201.911	201.911

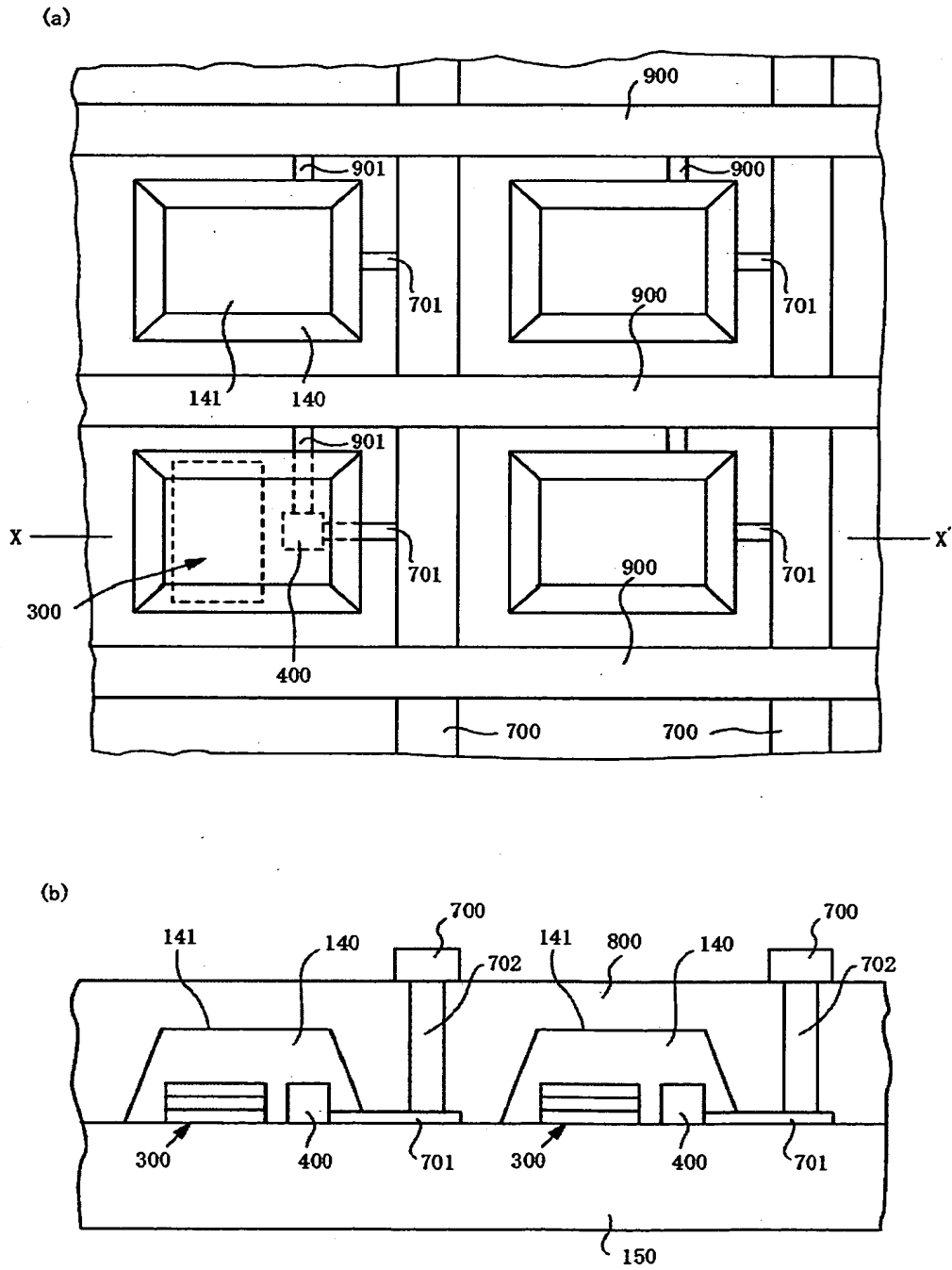
【図 2 0】

theta wl	0 rs(0°)	5 rs(5°)	10 rs(10°)	15 rs(15°)	20 rs(20°)	25 rs(25°)	30 rs(30°)
400	53.08212	53.3949	54.12334	54.48678	52.68927	45.05927	28.26013
410	48.17657	48.0306	47.21124	44.43833	37.23653	24.06525	26.01796
420	39.00835	38.22824	35.44011	29.42095	19.95582	18.17546	45.26679
430	26.21536	24.98771	21.19834	15.57016	14.30957	31.02331	59.49687
440	14.30588	13.43388	11.59921	12.37497	23.11551	45.36075	67.03681
450	9.693069	10.04325	12.33233	20.02936	35.63604	54.95319	70.74039
460	13.8806	15.35109	20.54906	30.85611	45.51777	60.55814	72.33646
470	22.45843	24.35017	30.22547	39.9916	52.03934	63.59624	72.73219
480	31.06662	32.88383	38.22425	46.44271	56.006	65.04069	72.45333
490	37.91265	39.47661	43.95743	50.6249	58.23293	65.50564	71.85011
500	42.79684	44.09124	47.75917	53.15198	59.31593	65.40039	71.17301
510	46.04912	47.11221	50.11556	54.53563	59.6761	65.01588	70.5896
520	48.07543	48.95622	51.45082	55.16329	59.61919	64.56017	70.18505
530	49.23057	49.97527	52.0999	55.32672	59.36993	64.16882	69.97028
540	49.80049	50.44935	52.32197	55.24517	59.08617	63.90939	69.90289
550	50.00978	50.59664	52.3144	55.07728	58.86468	63.79144	69.91378
560	50.02995	50.58197	52.22066	54.92683	58.74761	63.78334	69.92978
570	49.98419	50.5215	52.13468	54.84791	58.73335	63.8316	69.88688
580	49.95105	50.48664	52.10589	54.8533	58.79092	63.8771	69.73522
590	49.96959	50.50974	52.14688	54.92587	58.87459	63.86576	69.43871
600	50.04673	50.59212	52.24333	55.03077	58.93546	63.75335	68.97219
610	50.16668	50.71388	52.36478	55.12621	58.92895	63.50638	68.31834
620	50.30027	50.84343	52.47397	55.17116	58.81831	63.10088	67.46499
630	50.41309	50.94525	52.53369	55.12983	58.5754	62.52028	66.40318
640	50.47114	50.98534	52.51087	54.97339	58.17983	61.75344	65.12588
650	50.44449	50.93435	52.37858	54.6802	57.61763	60.79313	63.62755
660	50.30878	50.76881	52.11629	54.23494	56.8798	59.63484	61.90393
670	50.04538	50.47107	51.70927	53.62746	55.96098	58.2761	59.95224
680	49.64119	50.0289	51.14787	52.85181	54.85879	56.7164	57.77195
690	49.0876	49.43447	50.4264	51.90519	53.57301	54.95695	55.36522
700	48.37985	48.68366	49.54245	50.78745	52.1055	53.00111	52.73804

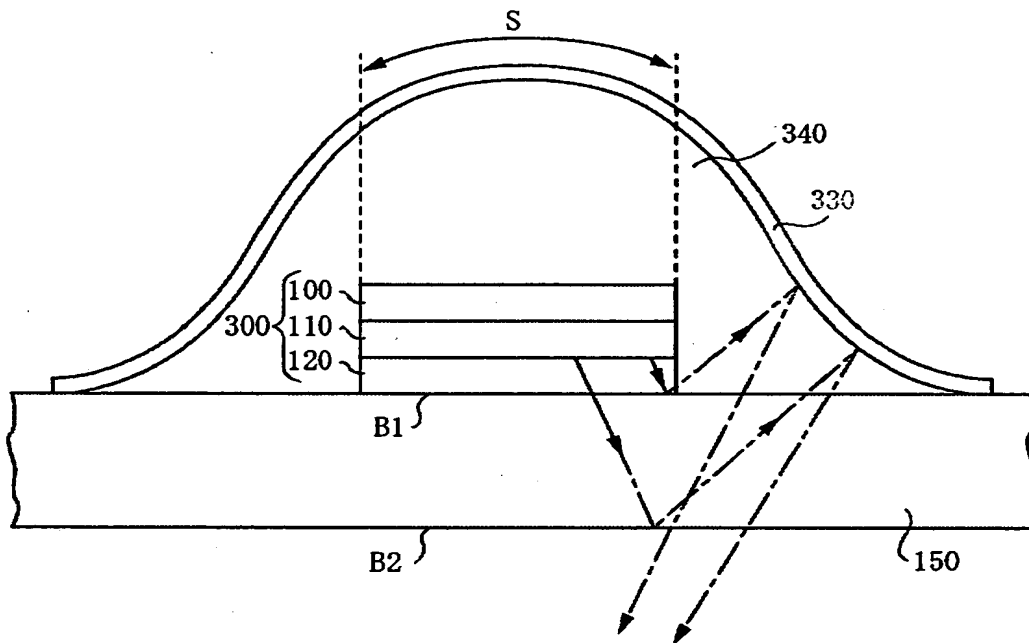
【図 2 1】

theta	0	5	10	15	20	25	30
wl	rp(0°)	rp(5°)	rp(10°)	rp(15°)	rp(20°)	rp(25°)	rp(30°)
400	53.08212	52.41265	50.11352	45.19735	35.91914	21.38051	7.714678
410	48.17657	47.0462	43.25155	35.67732	23.52558	10.47469	6.09405
420	39.00835	37.32218	31.98673	22.77523	12.0694	7.138141	10.295
430	26.21536	24.31187	18.8981	11.84362	8.091181	11.22493	15.63376
440	14.30588	13.04836	10.26356	8.979772	12.20714	17.95092	19.73183
450	9.693069	9.706433	10.6241	14.08498	19.74767	23.95304	22.1791
460	13.8806	14.77373	17.64994	22.30504	26.88842	28.21266	23.30821
470	22.45843	23.49275	26.33542	29.93909	32.27244	30.82653	23.60357
480	31.06662	31.84632	33.79384	35.73271	35.86257	32.20508	23.49964
490	37.91265	38.35183	39.29464	39.68754	38.02603	32.77816	23.31682
500	42.79684	42.93243	43.01936	42.17475	39.17749	32.90971	23.24601
510	46.04912	45.94468	45.36773	43.59799	39.67931	32.87423	23.36023
520	48.07543	47.79115	46.72505	44.30494	39.82129	32.85165	23.64426
530	49.23057	48.81779	47.41154	44.57511	39.81848	32.93333	24.03153
540	49.80049	49.30242	47.68153	44.62272	39.81271	33.13805	24.43688
550	50.00978	49.46244	47.73026	44.60017	39.87867	33.43479	24.77926
560	50.02995	49.46219	47.69869	44.60206	40.03564	33.76629	24.99371
570	49.98419	49.41716	47.67725	44.67203	40.26349	34.0683	25.03518
580	49.95105	49.39789	47.71136	44.81339	40.51962	34.28204	24.87747
590	49.96959	49.4358	47.80998	45.00217	40.75334	34.36063	24.51025
600	50.04673	49.53148	47.95609	45.19974	40.9159	34.27074	23.93544
610	50.16668	49.66448	48.11768	45.3632	40.96618	33.9918	23.16418
620	50.30027	49.80294	48.25693	45.45234	40.8728	33.51408	22.2142
630	50.41309	49.91129	48.33689	45.43338	40.61411	32.83644	21.10787
640	50.47114	49.95562	48.32522	45.28025	40.17702	31.96444	19.87064
650	50.44449	49.90677	48.19603	44.97455	39.55558	30.90882	18.52991
660	50.30878	49.74154	47.93003	44.50458	38.74951	29.68432	17.11396
670	50.04538	49.44257	47.51391	43.8641	37.76299	28.30877	15.65106
680	49.64119	48.99798	46.93955	43.05153	36.60391	26.80261	14.1688
690	49.0876	48.4003	46.20294	42.06877	35.28305	25.18815	12.69317
700	48.37985	47.64581	45.3035	40.92075	33.81384	23.48918	11.24807

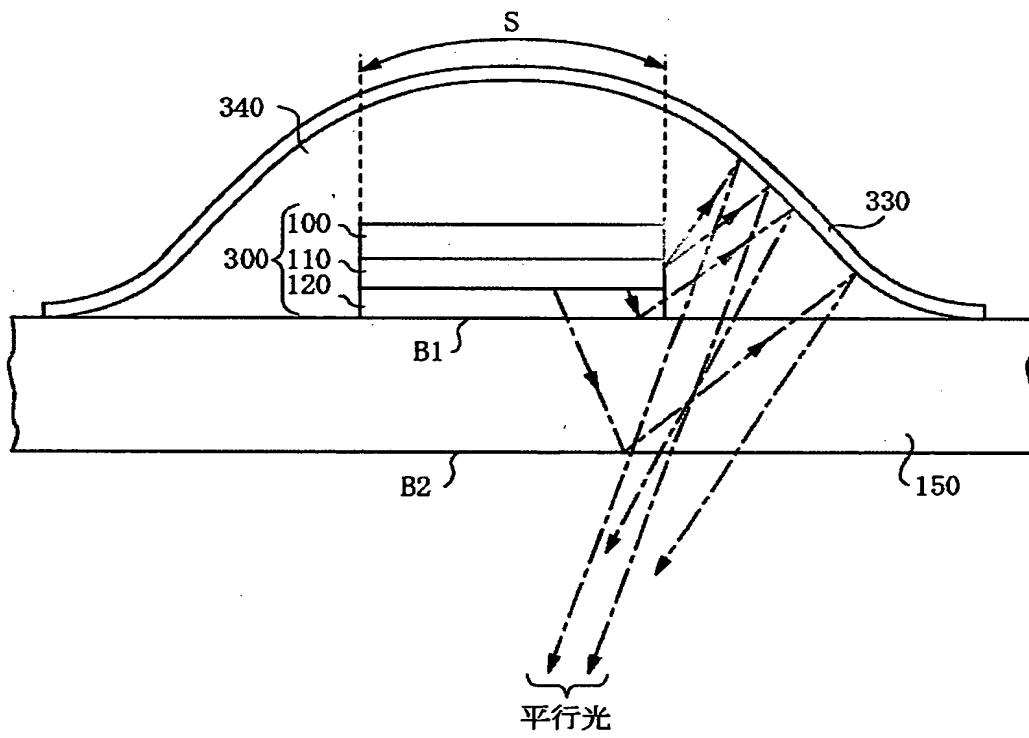
【図4】



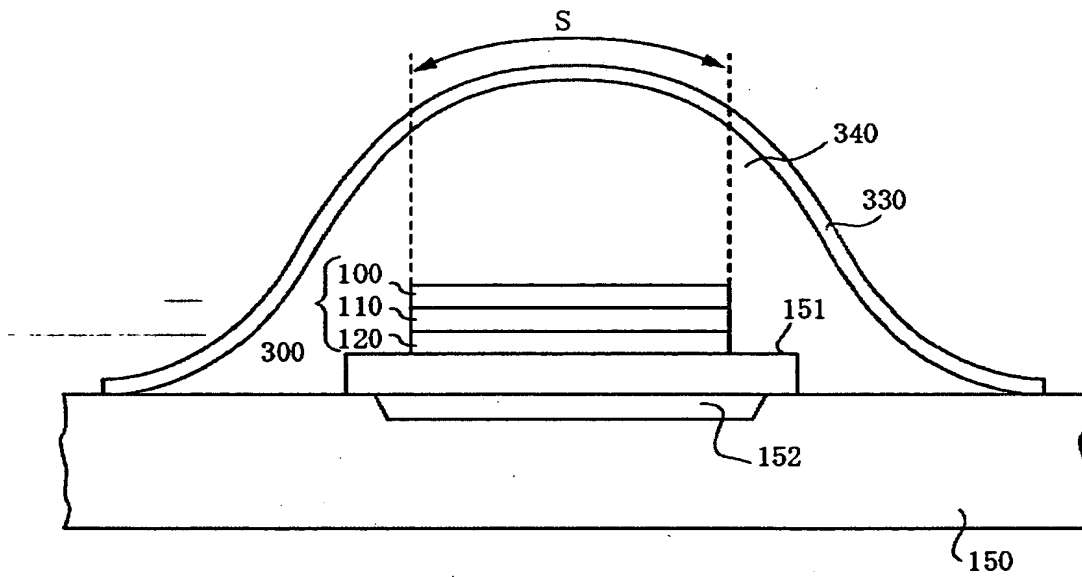
【図 5】



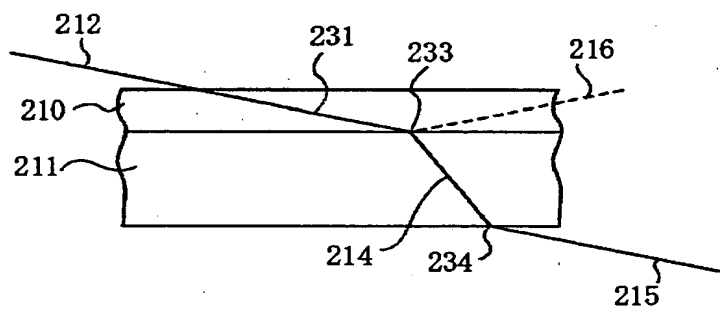
【図6】



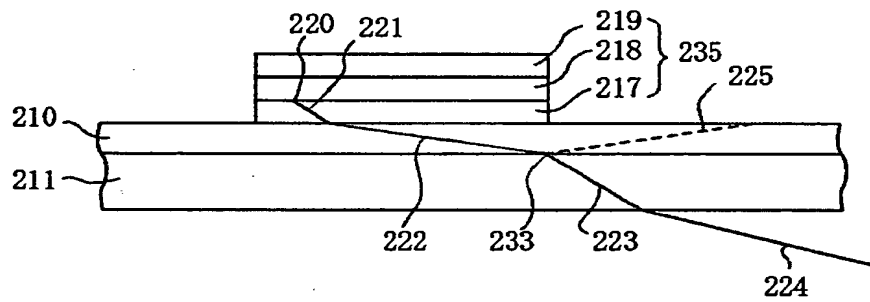
【図7】



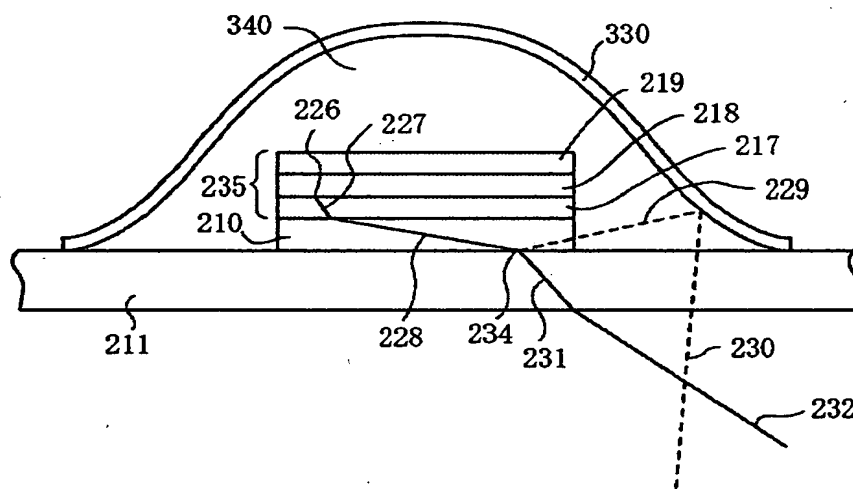
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【図 1 1】

